

REDESAIN STRUKTUR GEDUNG RUSUNAWA T-24 PARAKAN DI TEMANGGUNG

Danny Sutriyanda, Syahid Mujahid

Departemen Teknik Sipil, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

Redesain struktur gedung Rusunawa T-24 Parakan di Temanggung ini dilakukan untuk mengetahui dimensi struktur utama apabila pembangunan gedung dilakukan dengan menggunakan metode konvensional. Gedung Rusunawa T-24 Parakan direncanakan dapat menjadi struktur tahan gempa. Pada perencanaan struktur tahan gempa diperlukan analisis beban gempa. Pada gedung Rusunawa ini digunakan metode respon spektrum yang merupakan analisis dinamik. Berdasarkan Kriteria Desain Seismik (KDS), gedung Rusunawa T-24 ini menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) karena mempunyai tipe D. Analisis struktur dalam redesain gedung ini berdasarkan pada Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726:2012) dan Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013). Analisis struktur juga menggunakan program struktur untuk mengetahui periode getar struktur dan gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur tersebut. Material yang digunakan adalah sebagai berikut, beton mempunyai mutu 25 MPa, baja untuk tulangan utama mempunyai mutu 400 MPa, dan baja untuk tulangan sengkang serta plat mempunyai mutu 240 MPa. Berdasarkan hasil penyelidikan tanah untuk Gedung Rusunawa T-24 Parakan, pondasi yang digunakan berjenis kaisan dengan diameter 150 cm dan memiliki kedalaman 1,5 m dengan menggunakan perhitungan rumus Terzaghi.

Kata kunci: *Kriteria Desain Seismik, Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus, Kaisan, Terzaghi*

ABSTRACT

Redesigning of Rusunawa Building Structure T-24 Parakan in Temanggung was conducted to determine the dimensions of the main structure when the building used conventional methods. Rusunawa building T-24 Parakan planned to be an earthquake-resistant structure. The planning of earthquake-resistant structures needs seismic load analysis. This construction uses response spectrum method which is dynamic analysis. Based on seismic design criteria (SDC), Rusunawa building T-24 uses special moment bearer frame system (SMBFS) because it has a D type. The structure analysis in redesigning of the building is based on earthquake resilience planning procedures for structural building and non building (SNI 126:2012) and requirements for structural concrete for building (SNI 2847:2013). The structure analysis is using the structure program to determine the period of the vibrating structure and internal forces working on the structure. The quality of concrete material used is 25 MPa, while the quality of reinforcement steel band is 400 MPa for the main reinforcement and 240 MPa for reinforcement stirrup and platform. Based on the result of soil investigation for Rusunawa building T-24 Parakan, the foundation used is caisson manifold with the diameter of 150 cm and depth of 1.5 m by using a calculation of Terzaghi formula.

keywords: *Seismic Design Criteria, Special Moment Bearer Frame System, Caisson, Terzaghi*

PENDAHULUAN

Semakin berkembang dan bertambahnya jumlah penduduk di Kota Temanggung, maka berakibat meningkatnya jumlah permintaan akan tempat tinggal sewa. Pembangunan rumah susun sederhana atau Rusunawa adalah salah satu solusi yang tepat bagi pemerintah daerah Kota Temanggung untuk mengatasi masalah mobilitas, kemacetan, dan ketersediaan tempat tinggal sewa. Karena Rusunawa yang harganya murah dan ekonomis, maka Rusunawa yang mampu memberikan solusi tersebut. Rusunawa tersebut juga bertujuan untuk mendorong perkembangan ekonomi pada masyarakat khususnya pada daerah industry kayu lapis yang terletak di Jalan Raya Parakan – Kertosari. Sehingga pada akhirnya dapat member tambahan pendapatan untuk kas daerah.

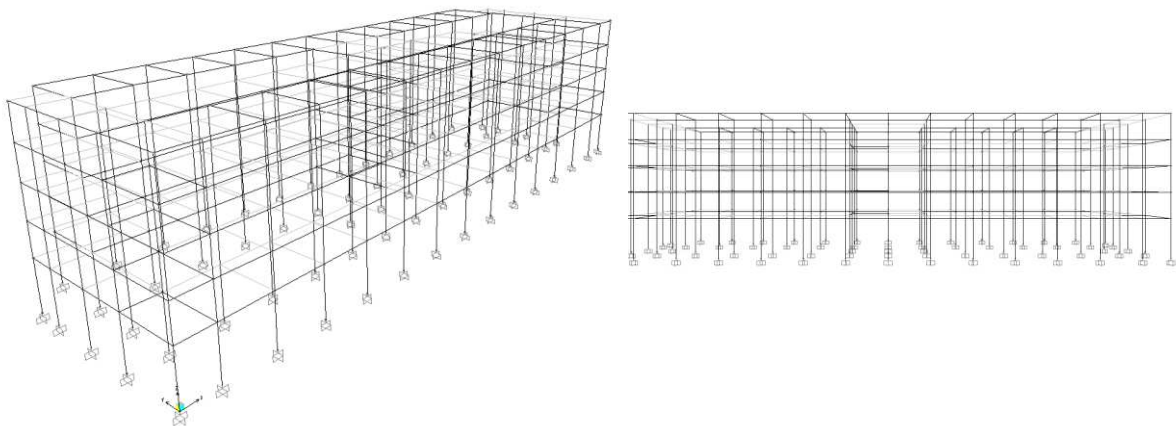
KRITERIA DESAIN STRUKTUR

Dalam redesain gedung Rusunawa T-24 Parakan di Temanggung ini, pedoman peraturan serta acuan yang digunakan antara lain:

- Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013)
- Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung (SNI 1726:2012)
- Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2013)
- Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural (SNI 1729:2015)

PEMODELAN STRUKTUR

Pemodelan struktur yang dilakukan untuk perhitungan *redesign*, menggunakan model yang sama dengan desain struktur eksisting yang diperoleh dari data *As Built Drawing* gedung tersebut. Pemodelan menggunakan aplikasi struktur pada komputer. Pemodelan struktur untuk perhitungan *redesign* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pemodelan struktur gedung Rusunawa T-24 Parakan

MUTU BAHAN

Struktur gedung Rusunawa T-24 ini direncanakan dengan menggunakan struktur beton bertulang dengan mutu material sebagai berikut:

- Beton ($f'c$)
Struktur = 25 MPa
Pondasi = 25 MPa

- b. Baja (f_y)
BJTD-40, $f_y = 400$ MPa (Tulangan Ulir)
BJTP-24, $f_y = 240$ MPa (Tulangan Polos)

PEMEBEBANAN STRUKTUR

Beban yang direncanakan akan terjadi pada struktur gedung Rusunawa T-24 adalah sebagai berikut:

- Beban mati yang digunakan mengacu pada SNI 1727:2013 adapun pembebanan untuk lantai 1 sampai dengan lantai 5 sebesar 84 kg/m^2 .
- Beban hidup yang digunakan mengacu pada SNI 1727:2013 adapun pembebanan untuk lantai 1 sampai dengan lantai 5 sebesar 192 kg/m^2 .
- Beban gempa yang digunakan mengacu pada SNI 1726:2012

KOMBINASI BEBAN

Kombinasi beban rencana yang digunakan untuk analisis struktur gedung Rusunawa T-24 Parakan mengacu pada peraturan Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013) dan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Gedung dan Non Gedung (SNI 1726:2012), kombinasi yang digunakan yaitu:

- 1,4D
- 1,2D + 1,6L
- $(1,2 + 0,2S_{DS})D + L + 1,0\rho E_x + 0,3\rho E_y$
- $(1,2 + 0,2S_{DS})D + L + 0,3\rho E_x + 1,0\rho E_y$
- 1,0D + 1,0L
- 1,0D + L + 1,0 ρE_x + 0,3 ρE_y
- 1,0D + L + 0,3 ρE_x + 1,0 ρE_y

dimana:

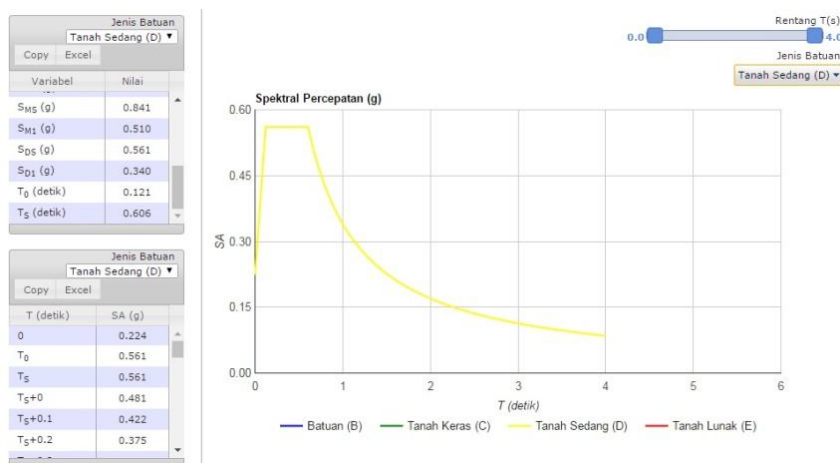
- D = Beban mati
L = Beban hidup
 S_{DS} = Percepatan respons spektral pada perioda pendek
 ρ = Faktor redundansi struktur
 E_x = Beban gempa arah x
 E_y = Beban gempa arah y

ANALISIS STRUKTUR TERHADAP GEMPA

Struktur gedung Rusunawa T-24 Parakan direncanakan merupakan struktur gedung tahan gempa. Sedangkan untuk analisis struktur gedung tahan gempa ditentukan berdasarkan lokasi struktur, fungsi bangunan, dan jenis tanah yang mendasari gedung tersebut. Analisis beban gempa untuk gedung ini sesuai dengan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Gedung dan Non Gedung (SNI 1726:2012). Dengan data sebagai berikut:

- Lokasi bangunan = Temanggung
- Kategori risiko = I
- Faktor kepentingan seismik (I_e) = 1,0

Grafik respon spektrum didapat dengan menggunakan aplikasi online yang di sediakan oleh Kementerian Pekerjaan Umum (PU) yang berada di *website*-nya yaitu puskim.pu.go.id. Grafik respons spektrum untuk zona Temanggung ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Respon Spektrum Temanggung (Tanah Sedang)

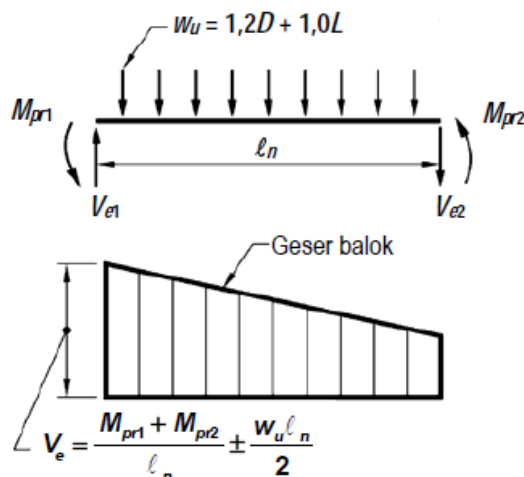
Gambar 1 menunjukkan nilai parameter percepatan respons spectral pada perioda pendek (S_{DS}) dan perioda 1 detik (S_{D1}) sebagai berikut:

- $S_{DS} = 0,566$ g
- $S_{D1} = 0,343$ g

Berdasarkan SNI 1726:2012 pasal 7.2.5.5, Gedung Rusunawa T-24 Parakan termasuk dalam kategori desain seismik tipe D, sehingga analisis struktur menggunakan metode Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

PERENCANAAN BALOK

Balok direncanakan dapat memikul beban gempa dengan persyaratan bahwa momen ultimit (M_u) lebih kecil dibandingkan dengan momen nominal (M_n) terfaktor. Berdasarkan SNI 2847:2012, momen ultimit adalah momen terfaktor pada penampang dan momen nominal adalah kekuatan lentur nominal pada penampang. Kuat momen *probable* (M_{pr}) pada daerah sendi plastis balok didapatkan berdasarkan tulangan yang terpasang dengan tegangan tarik baja $1,25f_y$ dan faktor reduksi 1,0. Gaya geser desain balok (V_e) direncanakan berdasarkan kuat momen *probable* balok (M_{pr}) yang terjadi pada sendi plastis balok yaitu pada jarak $2h$ dari muka tumpuan. Konfigurasi gaya-gaya yang mempengaruhi gaya geser desain balok ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Gaya Geser Desain Balok

PERENCANAAN KOLOM

Berdasarkan SNI 2847:2013 Pasal 23.4 komponen struktur pada perhitungan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yang memikul gaya lentur dan aksial terfaktor yang lebih besar dari $0,1.A_g.f'_c$ harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Gaya aksial tekan terfaktor yang bekerja pada kolom melebihi $0,1.A_g.f'_c$
2. Sisi terpendek kolom tidak kurang dari 300 mm.
3. Perbandingan antara ukuran terkecil penampang terhadap ukuran dalam arah tegak lurus tidak kurang dari 0,4.

Pada Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) kolom dirancang lebih kuat dibandingkan balok (*strong column weak beam*). Kapasitas kekuatan kolom agar dapat dinyatakan lebih kuat dibandingkan dengan balok harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

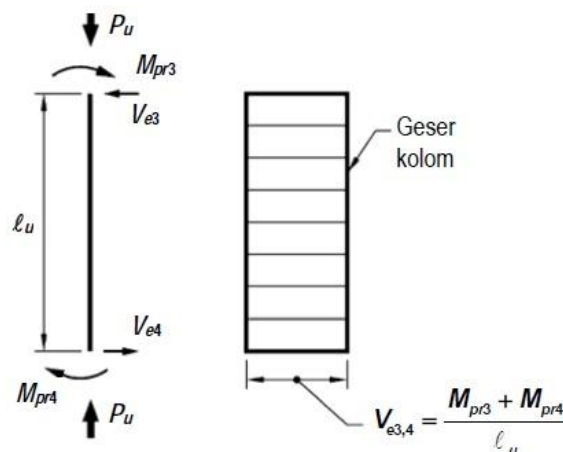
$$\Sigma M_{pr_kolom} > 1,2 \Sigma M_{pr_balok} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana:

ΣM_{pr_kolom} = momen *probable* kolom

ΣM_{pr_balok} = momen *probable* balok

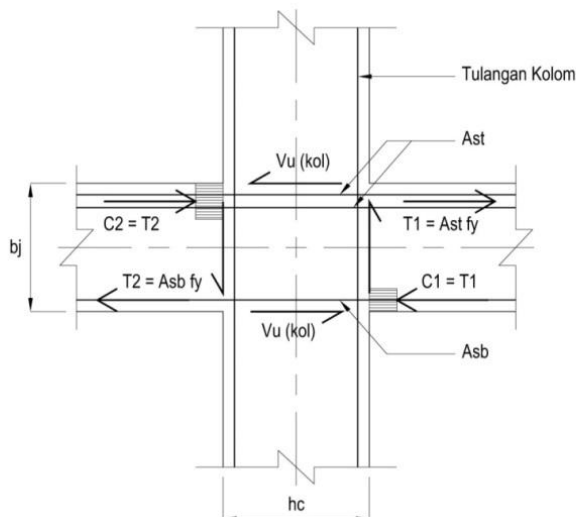
Gaya geser desain kolom direncanakan berdasarkan kuat momen *probable* kolom yang terjadi pada sendi plastis kolom. Gaya geser tidak perlu diambil lebih besar dari gaya geser rencana dari kuat momen *probable* balok dan tidak boleh lebih kecil dari gaya geser terfaktor hasil analisis struktur.



Gambar 4. Gaya Geser Rencana Kolom SRPMK

PERENCANAAN HUBUNGAN BALOK KOLOM

Sambungan pada hubungan balok dan kolom (HBK) mempunyai peran yang penting pada suatu struktur gedung dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Sambungan pada hubungan balok dan kolom akan menerima gaya-gaya yang dihasilkan oleh struktur balok dan kolom secara bersamaan. Hal tersebut menyebabkan sambungan yang mempertemukan balok dan kolom menjadi tidak kuat dan cepat mengalami keruntuhan. Maka diperlukan tulangan pengekang sehingga sambungan mampu menerima dan menyalurkan gaya-gaya yang dihasilkan oleh balok dan kolom sehingga konsep SRPMK dapat terpenuhi. *Free body diagram* gaya pada hubungan balok dan kolom ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Gaya-gaya yang bekerja pada hubungan balok-kolom

PERENCANAAN PONDASI

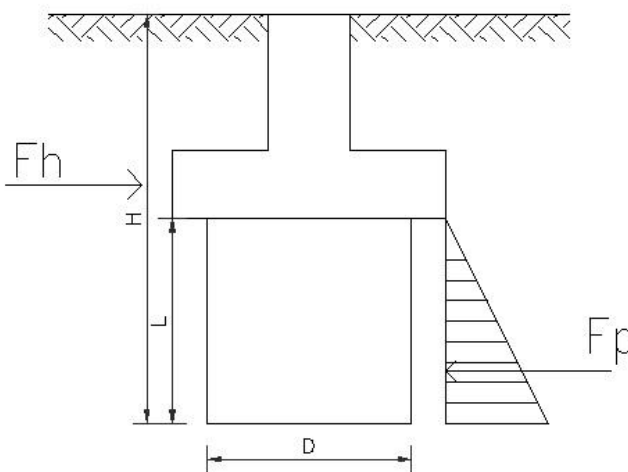
Pondasi yang direncanakan pada gedung Rusunawa T-24 menggunakan pondasi dengan tipe kaisan atau sumuran. Analisis daya dukung pondasi untuk menahan gaya momen dan tekan aksial menggunakan perhitungan daya dukung tanah Terzaghi. Berikut adalah formula daya dukung tanah Terzaghi yang digunakan untuk analisis daya dukung pondasi:

$$q = 1,3c.N_c + \gamma D_f.N_q + 0,6R\gamma.N_\gamma \dots\dots\dots(6)$$

dimana:

- c = kohesi tanah
- γ = berat jenis tanah
- Df = kedalaman ujung pondasi
- R = jari-jari pondasi
- N_c, N_q, N_γ = faktor-faktor Terzaghi

Gaya lateral yang terjadi pada struktur pondasi direncanakan untuk ditahan dengan tekanan tanah pasif. Gaya lateral dan tekanan tanah pasif ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Gaya Tekanan Tanah Pasif

$$F_h = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \dots\dots\dots(7)$$

$$F_p = \gamma \cdot K_p \cdot H \cdot B \dots\dots\dots(8)$$

$$K_p = \tan^2 (45 - \phi/2) \dots\dots\dots(9)$$

$$B = 70\%D \dots\dots\dots(10)$$

Dimana:

- F_h = resultante gaya lateral
- F_x = gaya lateral arah x
- F_y = gaya lateral arah y
- F_p = gaya tekan tanah pasif
- γ = berat jenis tanah
- H = kedalaman ujung pondasi
- D = diameter pondasi
- φ = sudut geser dalam tanah

Berdasarkan SNI 1726:2012 pasal 7.13.6.2 *pilecap* tiang individu, pier bor, atau kaison harus dihubungkan satu sama lain dengan pengikat. *Tie beam* pada struktur gedung Rusunawa T-24 ini berfungsi sebagai pengikat *pilecap*. Semua pengikat harus mempunyai kuat tarik atau tekan desain paling sedikit sama dengan gaya yang sama dengan 10 persen S_{DS} kali beban mati terfaktor ditambah beban hidup terfaktor per tiang atau kolom yang lebih besar kecuali jika ditunjukkan bahwa kekangan ekuivalen akan disediakan oleh balok beton bertulang dalam plat di atas tanah atau pelat beton bertulang di atas tanah atau pengekanan oleh batu yang memenuhi syarat, tanah kohesif keras, tanah berbutir sangat padat, atau cara lainnya yang disetujui. Sehingga *pilecap* tetap berperilaku jepit.

KESIMPULAN

Hasil redesain pembangunan gedung Rusunawa T-24 Parakan di Temanggung yang telah dibahas dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Struktur gedung Rusunawa T-24 Parakan Temanggung di desain dengan perencanaan gempa menggunakan metode Analisis Dinamik Respon Spektral.
- b. Berdasarkan hasil pengujian tanah pada lokasi perencanaan struktur didapatkan bahwa tanah pada lokasi memiliki jenis tanah sedang. Letak tanah keras pada kedalaman 3 m. Lokasi perencanaan merupakan lokasi dengan kepadatan bangunan eksisting yang sangat berdekatan dengan bangunan yang akan dibangun oleh karena itu pondasi yang digunakan adalah pondasi sumuran berdiameter 150 cm dengan kedalaman 150 cm.
- c. Dari hasil penentuan persyaratan menurut SNI 1726:2012 didapatkan bahwa struktur menggunakan Sistem Rangka Penahan Momen Khusus (SRPMK)

SARAN

Pada laporan Tugas Akhir ini, didapatkan beberapa saran untuk pembaca agar dapat membuat Tugas Akhir yang lebih baik lagi. Adapun saran-saran yang didapatkan adalah sebagai berikut:

- a. Untuk gedung yang dibangun di atas tanah yang mempunyai kedalaman tanah keras menengah disarankan menggunakan pondasi kaison atau sumuran. Formula daya dukung pondasi sumuran digunakan rumus Mayerhoff dan/atau Terzaghi.
- b. Bangunan yang terletak pada zona gempa yang kuat direncanakan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yang diharapkan akan terjadi sendi plastis pada balok. Oleh karena itu sistem SRPMK ini didesain agar memenuhi syarat

kolom mempunyai kapasitas yang lebih besar daripada balok (*Strong Column Weak Beam*)

DAFTAR PUSTAKA

- Christady, Hary. H (2011). *Analisis dan Perancangan Pondasi (Bagian 2)*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Badan Standardisasi Nasional 1726 (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional 1727 (2013). *Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional 2847 (2013). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional 1729 (2015). *Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Braja M. Das. (2007). *Principles of Foundation Engineering Sixth Edition*. Nelson, Canada.